

PROTOTIPE SISTEM PENGENDALIAN DAN PEMANTAUAN CARGO HOLD BILGE KAPAL DENGAN METODE *DECISION TREE* BERBASIS MIKROKONTROLER

Briyen Rangga Prayoga W¹, Purwidi Asri², Edy Prasetyo Hidayat³,
Anggara Trisna Nugraha⁴, Diego Ilham Yoga Agna⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi D4 Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

Email korespondensi: briyenrangga@student.ppns.ac.id

ABSTRAK

Ketika cargo hold penuh dengan container maka akan sulit untuk melihat keadaan dasar cargo hold apabila terendam air di dasar cargo hold. Untuk mengatasi masalah tersebut sebelumnya sudah ada sistem cargo hold bilge alarm, alarm ini akan berbunyi jika cargo hold terendam air. Namun berdasarkan dari pengamatan penulis, sistem tersebut hanya sebatas alarm berbunyi lalu operator mengaktifkan pompa dan mengatur buka dan tutupnya solenoid valve. Hal ini memungkinkan terjadinya keterlambatan atau delay yang cukup lama dalam penanganan pengaturan pompa dan solenoid valve. Oleh karena itu, pada penelitian ini dibuatkan sebuah alat untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan dilakukan perancangan sistem pemantauan dan pengaturan cargo hold bilge secara otomatis dan realtime. Alat ini akan melakukan pengontrolan sistem alarm dan aktuaternya secara otomatis, mengendalikan pompa dan solenoid valve secara otomatis jika pada cargo hold terdapat air didalamnya, dan dapat dimonitoring bagian cargo hold mana yang terdapat air, lalu datanya akan tersimpan pada data logger untuk membantu keperluan proses klaim jika terjadi proses yang tidak seharusnya dan akan membantu memberi tanda kapan harus dilakukan perawatan terhadap seluruh komponen pada sistem cargo hold bilge alarm tersebut.

Kata kunci: Cargo Hold Bilge, alarm, Bilge

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara maritim yang memiliki luas lautan jauh lebih besar daripada daratan, oleh karena itu sangat perlu adanya peningkatan armada laut baik untuk keperluan eksplorasi laut, transportasi laut, maupun sebagai sarana penunjang ekonomi di wilayah perairan Indonesia. Sebagian besar kegiatan dalam transportasi laut di Indonesia menggunakan kapal container sebagaimana telah dijelaskan bahwa, Kapal Container atau kapal peti kemas adalah kapal khusus yang digunakan untuk mengangkut peti kemas yang

standar. Memiliki rongga untuk menyimpan peti kemas ukuran standar. Peti kemas diangkat ke atas kapal di terminal peti kemas dengan menggunakan crane atau derek khusus yang dapat dilakukan dengan cepat, baik derek-derek yang berada di dermaga, maupun derek yang berada di kapal itu sendiri (Samuel Rikardo Nainggolan, Berlian Arswendo, 2017)

Upaya pengembangan pelayanan transportasi kapal container terus dilakukan untuk mengurangi kerugian yang dapat berpengaruh terhadap seluruh pihak terkait dan juga menaikkan tingkat kepercayaan pelanggan atau pengirim cargo. Hal keselamatan dan

keamanan muatan kapal ialah tanggung jawab dari perusahaan pelayaran seperti yang telah dituliskan pada Pasal 40 UU Pelayaran nomor 1 “Perusahaan angkutan di perairan bertanggung jawab terhadap muatan kapal sesuai dengan jenis dan jumlah seperti yang telah dinyatakan dalam dokumen muatan dan/atau perjanjian atau kontrak pengangkutan yang telah di sepakati” yang dilanjutkan dengan Pasal 41 ayat (1) UU Pelayaran jo. Pasal 181 ayat (2) PP 20/2010 pada salah satu intinya menyatakan tanggungjawab tersebut dapat ditimbulkan sebagai akibat pengoprasian kapal adalah musnah, hilang dan rusaknya barang yang diangkut, Dengan demikian perusahaan angkutan laut harus berhati-hati terhadap barang yang akan diangkutnya nanti, untuk menghilangkan resiko terhadap gugatan ganti rugi dari pengirim, perusahaan angkutan laut mengansurasi barang yang di angkut. Asuransi terhadap barang ini sifatnya wajib dan ditulis dalam peraturan perundang-undangan dalam Pasal 41 ayat (3) UU Pelayaran jp. Pasal 181 (3) PP 20/2020. Jumlah ganti ruginya juga tidak sedikit. Dari peraturan tersebut salah satu jenis kerusakan kargo di kapal yang dapat terjadi adalah ter-rem-dam-nya container. Hal ini cenderung dialami oleh kapal container yang tidak memiliki pintu palka sehingga air hujan dan juga air ombak laut yang tidak bisa di prediksi dapat memasuki cargo hold, juga susah untuk dipantau karena, jika muatan container memenuhi cargo hold tempatnya akan sempit dan dalam. Untuk mengatasi masalah ini sebelumnya sudah terpasang sistem pemantauan menggunakan sistem yang disebut Cargo Hold Bilge Alarm. Namun berdasarkan pengamatan dan pengalaman penulis, sistem ini masih dilakukan kontrol manual oleh operator, urutan kerjanya ialah sebagai berikut jika ada air masuk kedalam cargo hold, maka sensor water float meter akan memberi input untuk indikator alarm berbunyi di anjungan dan engine control room, kemudian operator akan dengan cepat mengontrol pompa dan valve yang diperlukan untuk membuang air di palka yang terkena air. Hal ini menyebabkan kemungkinan terjadi keterlambatan penanganan pengontrolan pompa dan valve atau human error juga sulitnya

memonitoring keadaan dasar palka akibatnya dapat merusak container.

Berdasarkan latar belakang tersebut diperlukan sebuah inovasi atau penelitian yang baru untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dalam penelitian ini, dilakukan perancangan sistem pemantauan dengan data loger agar bisa di gunakan untuk bukti jika di butuhkan di kemudian hari jika terjadi klaim yang tidak seharusnya dan pengaturan Cargo Hold Bilge otomatis yang sederhana secara realtime dan diharapkan dapat meningkatkan kualitas pengiriman container atau mencegah terjadinya kerusakan container pada saat pengiriman kapal yang mengakibatkan kerugian pada semua pihak yang terkait.

TINJAUAN PUSTAKA

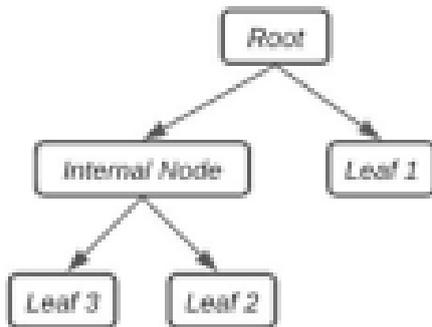
2.1. *Decision tree*

Decision tree merupakan salah satu metode klasifikasi yang populer karena dapat dengan mudah diinterpretasi oleh manusia (Setio, Saputro and Bowo Winarno, 2020). Pohon keputusan atau *decision tree* merupakan Teknik data mining yang digunakan untuk mengeksplorasi data dengan membagi kumpulan data yang besar menjadi himpunan record yang lebih kecil dan memperhatikan variabel tujuannya. Salah satu algoritma untuk membentuk pohon keputusan adalah C4.5. Algoritma C4.5 adalah pengembangan dari algoritma ID3. Cara kerja algoritma ID3 adalah membuat pohon dengan percabangan awal berupa atribut yang memiliki nilai paling signifikan. Pengembangan algoritma ID3 menjadi C4.5 terlihat dari beberapa perbedaan, yaitu: algoritma C4.5 mampu menangani atribut dengan tipe data diskrit atau kontinu, mampu menangani atribut dengan data kosong serta bisa melakukan pemangkasan cabang.

Secara umum langkah untuk membangun algoritma C4.5 adalah sebagai berikut:

- 1) Memiilih atribut yang menjadi root.
- 2) Membuat cabang untuk setiap nilai.
- 3) Membagi kasus dalam cabang
- 4) Mengulangi proses untuk setiap cabang sampai semua kasus pada cabang memiliki kelas yang sama.

Cara menggunakan decision tree adalah menghitung gain dan entropy. Setelah menghitung entropy dan gain maka akan menghasilkan *decision tree*. *Decision tree* kemudian diuji untuk mengetahui estimasi keakuratannya. Semakin sedikit *error rate* (kesalahan) yang dihasilkan dari *decision tree* maka semakin akurat *decision tree* yang dihasilkan (Zega, 2014). *Decision tree* digunakan untuk mengelompokkan suatu data yang belum diketahui kelasnya, kedalam kelas yang sudah ada. Cara pengujiannya dengan memasukkan data kedalam pohon keputusan melalui *root node* dan berakhir pada *leaf node*, dimana *leaf node* akan menentukan suatu kelas dari data tersebut. Data harus berupa data kategorik, apabila data kontinyu harus diubah menjadi data diskrit. “Baik dan Buruk” secara bersamaan, namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya (Syahnandar, Rahmat Hidayatullah, Nur Rubiati, 2017). Berikut adalah contoh gambar dari root dan leaf pada Gambar 1.

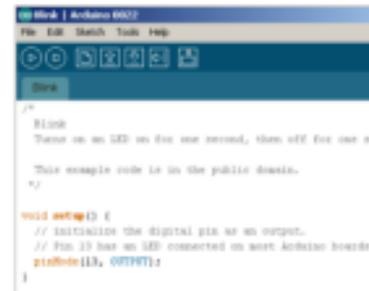


Gambar 1. Struktur *Decision tree*

2.2 Arduino IDE

Untuk memahami Arduino, terlebih dahulu kita harus memahami terlebih dahulu apa yang dimaksud dengan *physical computing*. *Physical computing* adalah membuat sebuah sistem atau perangkat fisik dengan menggunakan software dan hardware yang sifatnya interaktif yaitu dapat menerima rangsangan dari lingkungan dan merespon balik. *Physical computing* adalah sebuah konsep untuk memahami hubungan yang manusiawi antara lingkungan yang sifat alaminya adalah analog dengan dunia digital.

Pada prakteknya konsep ini diaplikasikan dalam desain-desain alat atau proyek-proyek yang menggunakan sensor dan *microcontroller* untuk menerjemahkan input analog ke dalam sistem *software* untuk mengontrol gerakan alat-alat elektro-mekanik seperti lampu, motor dan sebagainya. Pembuatan *prototype* atau *prototyping* adalah kegiatan yang sangat penting di dalam proses *physical computing* karena pada tahap inilah seorang perancang melakukan eksperimen dan uji coba dari berbagai jenis komponen, ukuran, parameter, program komputer dan sebagainya berulang-ulang kali sampai diperoleh kombinasi yang paling tepat. Dalam hal ini perhitungan angka-angka dan rumus yang akurat bukanlah satu-satunya faktor yang menjadi kunci sukses di dalam mendesain sebuah alat karena ada banyak faktor eksternal yang turut berperan, sehingga proses mencoba dan menemukan atau mengoreksi kesalahan perlu melibatkan hal-hal yang sifatnya non-eksakta (Hanafi, 2011) layar interface dari Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2.

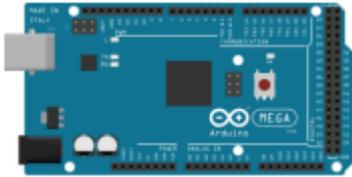


Gambar 2. Interface arduino ide

2.3. Arduino atMega 2560

Arduino adalah sebuah mikrokontroler *single board* yang bersifat *open source*. *Hardware* mikrokontrol Arduino diprogram dengan menggunakan bahasa pemrograman wiringbased yang berbasiskan *syntax* dan *library*. untuk memudahkan dalam pengembangan aplikasi, Arduino dilengkapi software *Integrated Development Environment* (IDE) berbasis *processing* (Michael, 2011). Perangkat ini sangat populer di kalangan

mahasiswa atau *developer* dikarenakan kemudahan dalam penggunaannya. Selain itu, penggunaan Arduino dapat meningkatkan kreatifitas serta inovasi dalam pengembangan ilmu pengetahuan bentuk dari Arduino at Mega 2560 adalah seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Arduino ATmega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560. Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke computer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. Arduino Mega2560 kompatibel dengan Sebagian besar shield yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila (Siswanto, M. Anif, Dwi Nur Hayati, 2021).

2.4 RTC DS3231

Module RTC DS3231 adalah salah satu jenis module yang dimana berfungsi sebagai RTC (Real Time Clock) atau pewaktuan digital serta penambahan fitur pengukur suhu yang dikemas kedalam 1 *module* (Andriawan, 2018), yang dapat digunakan untuk mengakses waktu yang ada dalam Arduino. Selain itu pada modul terdapat IC EEPROM tipe AT24C32 yang dapat dimanfaatkan juga. Interface atau antarmuka untuk mengakses modul ini yaitu menggunakan i2c atau *two wire* (SDA dan SCL). Sehingga apabila diakses menggunakan

mikrontroler misal Arduino Uno pin yang dibutuhkan 2 pin saja dan 2 pin power. Module DS3231 RTC ini pada umumnya sudah tersedia dengan *battery* CR2032 3V yang berfungsi sebagai *back up* RTC apabila catudaya utama mati. Dibandingkan dengan RTC DS1302, RTC DS3231 ini memiliki banyak kelebihan. Sebagai contoh untuk range VCC input dapat disupply menggunakan tegangan antara 2.3V sampai 5.5V dan memiliki cadangan baterai. Berbeda dengan DS1307, pada DS3231 juga memiliki kristal terintegrasi (sehingga tidak diperlukan kristal eksternal), sensor suhu, 2 alarm waktu terprogram, pin output 32.768 kHz untuk memastikan akurasi yang lebih tinggi. Bentuk dari RTC DS3231 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. RTC DS3231

2.5. SD Card Module dan SD Card

SD (Secure Digital) adalah sebuah format kartu *flash memory*. Kartu memori ini digunakan pada sebagian portable media, seperti PDA, kamera digital, ataupun telepon genggam. Kartu ini banyak dikembangkan oleh SanDisk, Toshiba, dan Panasonic berdasarkan Kartu Multi Media (MMC) yang sudah terlebih dahulu ada. Selain Memiliki sistem pengamanan yang lebih baik daripada Kartu Multi Media, SD Card juga dapat lebih mudah dibedakan dari MMC karena memiliki ukuran yang lebih tebal dibanding kartu MMC standar. Kartu SD standar memiliki ukuran 32 mm x 24 mm x 2,1 mm, tetapi ada beberapa kartu SD yg setipis MMC (1.4 mm). Dalam perkembangannya, kartu SD diproduksi juga dalam dua variasi ukuran yg lebih kecil, kedua varian tersebut dikenal dengan nama MiniSD dan MicroSD atau *TransFlash* (T-Flash).

Secara umum, kartu SD dibedakan dari kecepatan transfer data yang tersedia, yaitu kecepatan biasa (150 KB/s) dan kecepatan tinggi. Beberapa kamera digital memerlukan kartu yg berkecepatan-tinggi untuk merekam video secara lancar atau menangkap gambar berturut-turut. Alat yang dilengkapi dengan slot SD dapat menggunakan kartu MMC yang lebih tipis, tetapi kartu SD standar tidak dapat digunakan ke slot kartu MMC yang lebih tipis. Kartu SD dapat digunakan dalam *slot Compact Flash* atau kartu PC dengan sebuah adapter. SD Card yang digunakan adalah SD Card LC Studio. Komunikasi antara Arduino dan modul ini menggunakan protokol SPI (Serial Peripheral Interface). Bentuk dari SD Card bisa dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. SD Card

SD Card module dapat terhubung dengan menggunakan 5volt karena modul ini memiliki 3,3 Volt on board voltage regulator. Tabel II.4 menunjukkan konfigurasi pinout SD Card dengan Arduino Uno. Konfigurasi Pinout SD Card dengan Arduino Uno Modul SD Card Arduino CS Pin 10 MISO Pin 12 MOSIPin 11 CLK Pin 13 5V Pin 5V GND Pin GND 3.3V 3.3V. Modul SD Card dan MicroSD Memory card atau kartu memori merupakan sebuah alat (card) yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan data data digital (seperti data, gambar, audio dan video) pada sebuah gadget seperti kamera digital, PDA (Personal Digital Assistant) dan Handphone. Ukuran dari karu memori ini bermacam-macam mulai dari 128MB, 512MB, 1GB dan seterusnya bahkan sampai ada Memory card dengan kapasitas 32GB atau lebih. Multimedia Card (MMC) merupakan kartu memori standar, bentuknya lebih besar

dari *Memory Stick* dan dapat dipergunakan pada slot SD Card. Bentuk fisik SD Card module ada pada Gambar 6.



Gambar 6. SD Card Module

2.6. Sensor Water Level

Water Level Sensor adalah alat yang digunakan untuk memberikan signal kepada alarm/automation panel bahwa permukaan air telah mencapai level tertentu. Sensor akan memberikan signal dry contact (NO/NC) ke panel. Pendeteksi level ketinggian air dengan membaca nilai tegangan yang dihasilkan oleh masingmasing rangkaian pembagian tegangan yang tersusun oleh empat keluaran (Khair et al., 2020). Tegangan kerja dari sensor water level adalah 3-5V DC, arusnya kurang dari 20mA tipe sensor analog, dan dapat beklerja di suhu 10- 30 C°. Berikut adalah bentuk fisik dari sensor water level pada gambar 2.7.



Gambar 7. Sensor Water Level

2.7 Sensor Flow meter YF-S401

Sensor aliran ini terbuat dari bahan plastik dimana didalamnya terdapat rotor dan sensor *hall effect*. Saat mengalir melewati rotor, rotor akan berputar. Kecepatan putaran ini akan sesuai dengan besarnya aliran air. Prinsip kerja sensor ini adalah dengan memanfaatkan fenomena hall effect yang didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan yang bergerak. Ketika ada arus listrik yang mengalir pada divais hall effect yang ditempatkan dalam medan magnet yang arahnya tegak lurus arus listrik, pergerakan pembawa muatan akan berbelok ke salah satu

sisi dan menghasilkan medan listrik. Medan listrik terus membesar sehingga gaya Lorentz yang bekerja pada partikel menjadi nol. Perbedaan potensial antara kedua sisi divais tersebut disebut potensial Hall. Potensial Hall ini sebanding dengan medan magnet dan arus listrik yang melalui divais. Water flow sensor merupakan sebuah perangkat sensor yang digunakan untuk mengukur debit air. Biasanya water flow sensor adalah elemen (bagian) yang digunakan pada flow meter. Sebagaimana pada sebuah sensor, keakuratan mutlak pada pengukuran memerlukan fungsi untuk pengkalibrasian sensor Tipe sensor yang digunakan merupakan mechanical flow sensor. Sensor tipe ini memiliki rotor dan transducer hall-effect didalamnya, untuk mendeteksi putaran rotor ketika ada aliran air yang melewatinya. Putaran tersebut akan menghasilkan pulsa digital yang banyaknya sebanding dengan banyaknya air yang mengalir melewatinya. (Nurhabibah Naibaho, 2020). Bentuk fisik dari sensor Flow meter YF-S401 adalah sebagai berikut pada Gambar 8.



Gambar 8. Flowmeter YF-S401

2.8 Sensor Gyroscope GY-291 ADXL345

Gyroscope ADXL345 adalah akselerometer tiga sumbu kecil dan tipis berdaya rendah yang mungkin tinggi untuk resolusi tinggi (13) dari ± 16 g percepatan terukur. Output digital data adalah format pelengkap dua 16-bit, Via SPI (3 atau 4 kawat), atau dengan antarmuka digital ke I2C. ADXL345 sangat cocok untuk aplikasi perangkat seluler. Itu dapat memiringkan aplikasi deteksi mengukur akselerasi statis gravitasi, juga dapat diukur secara dinamis menambahkan atau gerakan karena dampak speed. Ini memiliki resolusi tinggi (4 mg / LSB), mampu mengukur sekitar $0,25^\circ$

perubahan sudut kemiringan. Menggunakan akselerometer keluaran digital seperti ADXL345, tanpa konversi nanolog ke digital, yang dapat menghemat biaya sistem dan area papan sirkuit. Selain itu, ia dapat mengukur perubahan sudut kemiringan kurang dari $1,0^\circ$. Perangkat ini menyediakan berbagai fungsi deteksi khusus. Deteksi aktif dan tidak aktif melalui nthreshold dengan membandingkan percepatan pada setiap sumbu untuk mendeteksi ada tidaknya operasi pengaturan pengguna terjadi secara otomatis. Fungsi deteksi tap dapat mendeteksi getaran tunggal dan getaran ganda ke segala arah. Fungsi deteksi jatuh bebas dapat mendeteksi apakah perangkat jatuh. Fungsi-fungsi ini dapat dipetakan secara independent. Dapat dilihat bentuk dari Sensor Gyroscope GY-291 ADXL345 adalah pada Gambar 9.



Gambar 9. Sensor Gyroscope GY-291 ADXL345

2.10 LCD 20x4 BlueDisplay

LCD ini LCD *Display* yang bisa menampilkan 20 kolom x 4 baris, menggunakan *display controller* KS0066 dan cocok untuk berbagai jenis *microcontroller*. Dengan tampilan 4 baris 20 kolom, 5 x 8 pixel / karakter *Display controller* KS0066 Dilengkapi lampu latar warna biru (blue backlight) Tulisan putih Sudut pandang lebar dengan tingkat kontras yang dapat diatur dan terlihat jelas. Tingkat kontras dapat disetel dengan memutar potensiometer. Putar searah jarum jam untuk meningkatkan kontras, putar sebaliknya untuk mengurangi kontras Terdiri dari 16-pin interface: 1: VSS ke 5v 2: VDD ke positif 5v 3: V0 untuk power LCD Driver 4: RS (register selection), high: data register, low: instruction register 5: R/W (sinyal read dan

write) 6: E (enable) signal 7 ~ 14: D0 ~ D7 untuk 8 data bus line 15: Backlight power supply positif 16: Backlight power supply. Bentuk fisik dari LCD 20x4 BlueDisplay dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. LCD 2004 20x4 BlueDisplay

Spesifikasi dari LCD 20x4 BlueDisplay secara lengkap dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 1. Spesifikasi LCD 2004 20x4 BlueDisplay

| Nama | Spesifikasi |
|------------------|------------------|
| Tegangan kerja | 5V DC |
| Dimensi modul | 98 x 60 x 14 mm |
| Dimensi tampilan | 76 mm x 26 mm |
| Banyak pin | 16-pin interface |

2.11 LM2596

StepDown LM2596 DC-DC merupakan konverter penurun tegangan yang mengkonversikan tegangan masukan DC menjadi tegangan DC yang lebih rendah. LM2596 DC-DC. LM2596 dapat bekerja pada tegangan input DC 3V sampai 40V dan dapat memberi tegangan output DC sebesar 1.5V sampai 35V (tegangan output harus lebih rendah dari tegangan input, minimal selisihnya adalah 1.5V) dengan arus kerja maksimal adalah 3A dan memiliki ukuran board yang kecil, yaitu 42mm x 20mm x 14mm. berikut adalah bentuk fisik dari LM2596 dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. StepDown LM2596

2.12 Relay 8 channel 5v dc

Relay merupakan saklar mekanik yang dikendalikan atau dikontrol secara elektronik (elektromagnetik). Saklar pada relay akan terjadi perubahan posisi OFF ke ON pada saat diberikan arus listrik pada coil (lilitan) relay tersebut. Relay pada dasarnya terdiri dari 2 bagian utama yaitu saklar mekanik dan pembangkit elektromagnetik. Kontak poin relay terdiri dari 2 jenis yaitu:

- a) *Normally Close (NC)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *close (tertutup)*.
- b) *Normally Open (NO)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *open (terbuka)* (Firmansyah, Lammada and Sari, 2020).

Relay ini bekerja pada tegangan 5v dc. Bentuk fisik dari relay 8 channel adalah sebagai berikut dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Relay 8 channel 5v dc

2.13 Solenoid Valve 12V DC

Solenoid valve adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus DC, *solenoid valve* atau katup (valve) solenoid mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang exhaust, lubang masukan, berfungsi sebagai terminal / tempat cairan masuk atau supply, lalu lubang keluaran, berfungsi sebagai terminal atau tempat cairan keluar yang dihubungkan ke beban, sedangkan lubang exhaust, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan cairan yang terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi solenoid valve bekerja. Prinsip kerja dari solenoid valve/katup (valve) solenoida yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerakannya dimana koil mendapat supply tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan

piston pada bagian dalamnya piston berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari solenoid valve akan dapat mengizinkan cairan untuk lewat. Solenoid valve ini mempunyai tegangan kerja 12v DC dengan arus 0.3A, gambar fisik solenoid valve dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Solenoid Valve 12v dc

2.14 Pompa Air Celup Mini Dc 12v

Submersible water pump atau pompa air celup merupakan komponen yang mengandung brushed motor (motor bersikat), namun submersible water pump digunakan untuk memindahkan cairan. Oleh karena itu struktur yang terkandung di dalamnya didesain khusus digunakan untuk memompa cairan. Submersible water pump harus tercelup air jika dihidupkan, karena apabila dioperasikan tanpa air dapat merusak struktur rotor didalamnya. Pada penelitian ini digunakan submersible water pump DC berukuran kecil. Pompa air adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan (fluida) dari suatu tempat ke tempat yang lain, melalui media pipa (saluran) dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung terus menerus. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian hisap (suction) dan bagian tekan (discharge). Alat ini menggunakan pompa air DC 12V untuk memindahkan air dari wadah yang berisikan air laut ke penampungan pertama (Firmansyah, Lammada and Sari, 2020). Bentuk fisik dari Pompa Air Celup Mini Dc 12v dapat dilihat pada Gambar 14



Gambar 2.14 Pompa Air Celup Mini Dc 12v.

Spesifikasi pompa submersible water pump bisa di lihat pada tabel 2.2

Tabel 2. Spesifikasi Pompa Air Celup Mini Dc 12v

| Nama | Spesifikasi |
|-------------------|-----------------|
| Pompa | Water pump mini |
| Tegangan | DC12 volt |
| Arus | 130-220 mA |
| Kemampuan | 240L/jam |
| Besar pipa output | 7.5 mm |

2.15 LED

LED atau kepanjangan dari Light Emitting Diode adalah sebuah lampu indikator dalam suatu perangkat elektronika yang memiliki fungsi untuk menunjukkan status dari perangkat elektronika tersebut. Misalnya pada sebuah komputer, terdapat LED Power dan LED indikator untuk prosesor, atau dalam sebuah monitor terdapat juga lampu LED power dan power saving. Lampu LED terbuat dari bahan semikonduktor yang dapat menyala apabila dialiri tegangan listrik sekitar 1,5volt DC. Pada dekade ini LED banyak digunakan pada lampu otomotif dan televisi (Mutmainnah and Rofii, 2020) Berikut adalah bentuk fisik dari LED yang digunakan pada paper ini Gambar 15.



Gambar 15. LED

2.16 Buzzer 5v dc

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi electromagnet. Kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan

menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm) (Alfa et al., 2013). Buzzer ini akan bekerja jika diberi tegangan sebesar 5v dc Bentuk dari buzzer dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Buzzer

2.17. Power Supply 12Vdc 5A

Power supply merupakan suatu perangkat penting dalam dunia elektronika. Power supply umumnya digunakan untuk mensuplai perangkat elektronik yang membutuhkan arus DC. Sehingga dengan perkembangan teknologi yang membutuhkan tegangan DC, power supply juga mengalami perkembangan untuk meningkat kinerjanya. Seperti halnya dengan power supply yang dahulu banyak digunakan yaitu power supply konvensional. Dimana power supply konvensional ini memiliki kelemahan yaitu memiliki efisiensi yang rendah karena mengambil tegangan dari hasil penyearahan sinyal sinus. Untuk meningkatkan efisiensi power supply maka sinyal yang disearahkan harus berupa sinyal kotak. Dalam hal ini kemudian muncul sebuah power supply sistem baru dengan metode pensaklaran yang disebut sistem switching. Power supply switching dipilih karena memiliki keunggulan yaitu memiliki efisiensi yang tinggi dan lebih baik dari power supply konvensional. Adapun topologi yang digunakan pada power supply switching ini yaitu topologi Half-Bridge konverter, karena topologi ini yang paling tepat digunakan untuk daya 240W, selain itu topologi ini juga memiliki kelebihan diantaranya mudah dalam pengontrolan tegangan dan mudah dalam pelipatan tegangan output. Tujuan dari pembuatan penelitian adalah terciptanya power supply switching yang dapat diatur sesuai kebutuhan dengan rentang tegangan 0 volt sampai 12volt. Terciptanya power supply

dengan yang mampu menjaga kestabilan teganan keluaran dengan arus maksimum 5A (Enny, 2018). Gambar 17 adalah bentuk fisik dari Power supply 12v DC 5A.

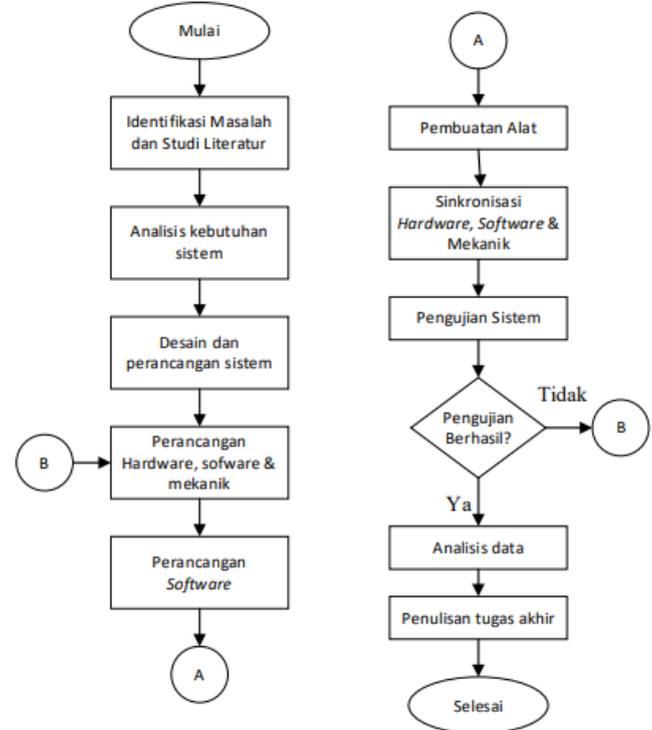


Gambar 17. Power supply 12 VDC

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.1 menunjukkan flow chart atau diagram alir penelitian yang dilakukan sebagai pedoman pengerjaan Paper.



Gambar 18. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian menunjukkan proses penelitian yang akan dilakukan selama pembuatan sistem. Proses penelitian yang dilakukan dimulai dari identifikasi masalah yang terdapat pada lokasi penelitian. Setelah masalah tersebut teridentifikasi, kemudian studi literature dilakukan agar masalah dapat dipahami agar ditemukannya solusi yang tepat. Setelah studi literature dilakukan selanjutnya adalah untuk menganalisa kebutuhan sistem untuk mengetahui komponen apa saja yang akan digunakan untuk penelitian ini. Lalu hasil dari analisa tersebut digunakan sebagai

landasan pembuatan desain dan perancangan sistem dan kemudian digunakan untuk perancangan perangkat keras perangkat lunak, dll. Setelah perancangan selesai dilakukan, maka untuk mengetahui keberfungsian alat maka dilakukan langkah pertama yaitu kalibrasi alat semua sensor, lalu sinkronisasi hardware, sinkronisasi software, dan mekanik. Setelah semua di sinkronisasi maka selanjutnya dilakukan pengujian sistem kemudian dilakukan penulisan buku paper, apabila pengujian mengalami error, maka perlu identifikasi ulang dan melakukan perbaikan pada perancangan sistem.

3.2 Tahap Identifikasi

Pada tahap identifikasi ini merupakan tahap awalan untuk pelaksanaan penelitian. Identifikasi terhadap permasalahan dan tujuan perlu dilakukan, beberapa tahapan pada tahap ini antara lain adalah sebagai berikut:

3.2.1 Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah merupakan dasar awal dari pada proses pengerjaan paper ini. Dimana identifikasi masalah dilakukan untuk memahami objek yang diamati sebagai bahan paper, hasil dari pengamatan serta identifikasi masalah berupa solusi. Dalam penelitian ini identifikasi masalah yang ditemukan adalah kesulitan masinis untuk memantau keadaan air didasar palka, Jika air dalam palka penuh dan tidak segera dibuang maka akan mengganggu kestabilan kapal yang mengakibatkan naiknya resiko kecelakaan, juga merendam container yang ada didalamnya. Sedangkan, untuk solusi yang diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut berlatar belakang pada serangkaian studi literatur yang terdapat pada bab kedua.

3.2.2 Penetapan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan diatas, terdapat beberapa perumusan masalah yang menjadi tujuan utama dalam penelitian paper ini. Rumusan masalah dalam penelitian paper ini berkaitan dengan pendeteksian jenis gangguan yang dapat terjadi

di dalam cargo hold dengan metode *Decision tree*. Pembacaan seluruh sensor yang dipadukan akan diproses oleh mikrokontroler dan mengeluarkan perintah untuk aktuator melakukan tugasnya sesuai kebutuhan sistem.

3.2.3 Studi Literatur

Studi literatur ini, diperlukan untuk memperdalam dan memperkuat gagasan dari pemahaman konsep, pemahaman teori yang digunakan dalam penyusunan paper, mempelajari peralatan dan komponen-komponen yang digunakan dalam penyusunan sistem maka referensi-referensi dari buku, jurnal, internet, maupun kejadian secara langsung di lapangan diperlukan untuk membantu proses pengerjaan paper ini. Studi literatur ini dilakukan setelah tahapan penetapan masalah dan dengan cara mengkaji beberapa literasi atau sejumlah bacaan referensi.

3.3 Analisa Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem merupakan tahapan yang digunakan untuk menentukan kebutuhan sistem yang akan dibuat. Dengan memperhatikan komponen yang menyusun sistem ini, diharapkan dapat membangun sistem yang handal. Keandalan sistem memiliki pengaruh besar pada efisiensi pemecahan masalah pada sistem ini. Alat dan komponen yang sesuai dibutuhkan dalam perancangan. Dari analisa kebutuhan system komponen yang di butuhkan ialah dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Analisa Kebutuhan

| No | Komponen | Jumlah |
|----|---------------------------------|--------|
| 1 | Arduino atMega 2560 | 1 pcs |
| 2 | RTC DS3231 | 1 pcs |
| 3 | SD Card | 1 pcs |
| 4 | SD Card Module | 1 pcs |
| 5 | Water Level sensor | 7 pcs |
| 6 | Flow Meter yf-401 | 1 pcs |
| 7 | Sensor Gyroscope GY-291 ADLX345 | 1 pcs |
| 8 | LCD 20x4 blue display | 1 pcs |

| | | |
|----|-----------------------------|-------|
| 9 | LM2596 | 2 pcs |
| 10 | Solenoid Valve 12V DC | 7 pcs |
| 11 | Pompa Air Celup Mini DC 12V | 1 pcs |
| 12 | LED | 7 pcs |
| 13 | Buzzer 5V DC | 1 pcs |
| 14 | Power Supply 12V DC 5A | 1 pcs |

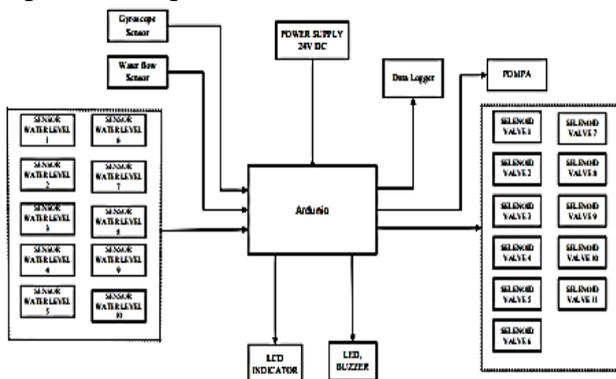
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain dan Perancangan Sistem

Desain dan perancangan sistem merupakan tahapan yang digunakan untuk memberikan gambaran umum atas sistem yang dibuat dalam paper ini, sehingga dapat dijadikan pedoman dalam pengerjaan pembuatan sistem.

4.1.1 Diagram Blok Sistem

Tahap pertama dalam desain dan perancangan sistem adalah pembuatan diagram blok dari sistem kerja alat agar dapat memahami setiap proses-proses yang dilakukan. Selain itu juga agar mengetahui input dan output suatu sistem.



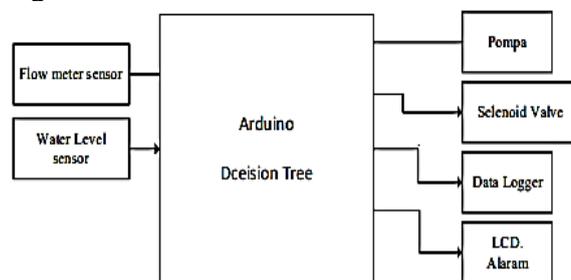
Gambar 19. Diagram Blok Sistem

Gambar 19. merupakan diagram sistem pada penelitian paper ini. Pada gambaran sistem diatas, yang termasuk input adalah gyroscope sensor, flow meter sensor, dan water level sensor. Gyroscope sensor untuk mengetahui tingkat kemiringan kapal, flow meter sensor digunakan untuk mengetahui adakah aliran dalam pipa, dan water level sensor digunakan untuk mengetahui adakah genangan air dalam tiap-tiap caru hold. Pompa digunakan untuk membuang air, dan solenoid valve digunakan untuk memberi Batasan yaitu untuk membuka dan menutup pipa yang menghubungkan pompa dengan cargo hold

adanya pipa berfungsi mencegah terjadinya masuk angin pada pipa. dan data genangan air dan lain sebagainya dapat di monitoring dengan indikator ada LCD juga alarm lalu data tersebut akan disimpan oleh data *logger*.

4.1.2 Perancangan Perangkat Keras

Untuk melakukan kontrol pada suatu sistem, perlu adanya diagram blok sistem kontrol. Hal itu dimaksudkan agar dapat memahami parameter yang menjadi acuan pengontrolan (input) dan sesuatu yang akan dikontrol (plant). Pada penelitian ini terdapat 2 diagram blok sistem control.



Gambar 20. Diagram Blok Sistem Kontrol

Pada Gambar 20. menunjukkan diagram sistem kontrol pada sistem, sistem kontrol ini menggunakan metode *Decision tree* untuk membuang air dalam cargo hold bilge dengan cepat dan akurat sesuai set point yang dapat mengganggu kestabilan kapal Menggunakan parameter input water level sensor lalu menyalakan pompa dan membuka solenoid valve kemudian data akan di simpan pada data logger dan ditampilkan pada LCD untuk mempermudah monitoring.

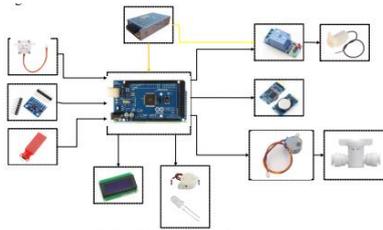
4.2 Perancangan Hardware

Setelah membuat desain dan perancangan sistem, perancangan selanjutnya adalah perancangan hardware. Terdapat 2 tahap pokok pada perancangan hardware pada paper ini, diantaranya yaitu:

4.2.1 Rancangan Hardware

Pada sistem ini terdapat beberapa komponen yang digunakan dalam perancangannya. Dari beberapa komponen dirancang menjadi suatu kesatuan hardware. Tujuannya adalah untuk menunjang kinerja sistem yang akan dibuat. Sesuai dengan penjelasan pada diagram blok sistem, hardware

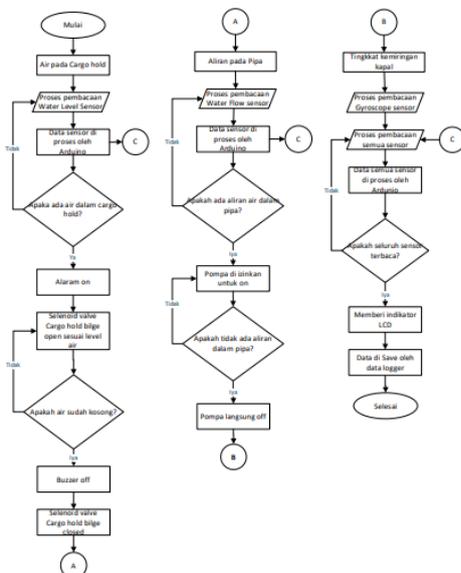
yang digunakan sesuai pada Gambar 21.



Gambar 21. Rancangan Hardware

4.2.2 Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja alat adalah memberi penjelasan mengenai kerja alat. Setelah tahap perancangan *hardware* selesai dilakukan, kemudian prinsip kerjanya dapat dilihat pada *flowchart* Gambar 22.



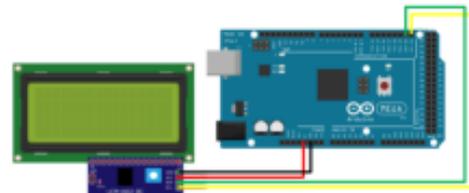
Gambar 22. Diagram Alir Prinsip Kerja Alat

Penjelasan dari flowchart prinsip kerja alat tersebut ialah ketika alat mulai dijalankan atau di start, sensor water level akan membaca level air dalam cargo hold, jika air terbaca telah oleh sensor maka akan membunyikan alarm dan membuka solenoid valve, sehingga air akan turun melewati pipa dan menuju penampungan akhir dan pompa yang ditempatkan pada penampungan akhir akan langsung menyala dan membuang air keluar dari kapal, lalu sensor flow meter yang membaca ada atau tidak aliran dalam pipa akan selalu membaca adanya aliran dalam pipa, jika tidak ada aliran air dalam pipa berarti sudah tidak ada air yang akan menuju ke penampungan air maka sensor akan

memberi indikasi untuk mikrokontroler agar mematikan pompa demi menjaga pompa tidak rusak karena terjadi masuk angin yang akan merusak sistem mekanik didalamnya. Gyroscope sensor akan membaca tingkat kemiringan kapal pada kondisi tersebut, lalu semua data tersebut dapat dilihat melalui LCD dan data tersebut juga akan disimpan pada data logger untuk membantu mempermudah proses administrasi cargo kapal, dan digunakan untuk mengetahui kapan dilakukan perawatan.

4.2.3 Wiring Diagram Modul LCD I2C

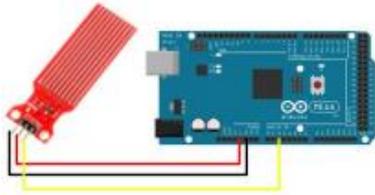
Pada Paper ini penggunaan LCD I2C sebagai media monitoring penampil nilai-nilai dari sensor yang digunakan. Dalam fungsinya LCD I2C merupakan modul yang dapat dikontrol menggunakan Mikrokontroler. Sehingga untuk penempatan atau penggunaan pada paper ini, LCD I2C sebagai output, dan mikrokontroler (Arduino ATmega 2560) sebagai input. Pemasangannya dengan cara menghubungkan pin SDA dan SCL pada I2C ke pin SDA dan SCL Arduino uno, atau bisa juga melalui pin A4 dan A5 arduino mega. Untuk supply 5V nya bisa menggunakan pin VCC dan GND Arduino mega. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 23 dibawah ini.



Gambar 23. Wiring diagram Modul LCD I2C

4.2.4 Wiring Diagram Modul Sensor Water Level

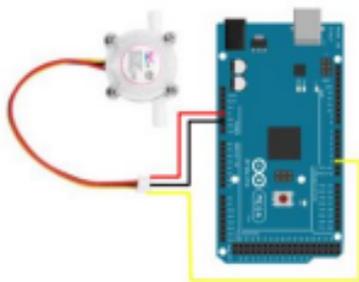
Pada paper ini digunakan sensor level ketinggian air sebagai pembacaan nilai level air yang ada di dalam Cargo Hold. Sensor water level ini membaca nilai ketinggian air mulai dari 0.5 – 4 cm. Nilai level yang terbaca akan di proses sebagai salah satu input kontrol *decision tree* untuk membuka solenoid valve dan mengaktifkan pompa pompa, Pembacaan nilai level dari sensor yakni Pin S dihubungkan dengan Pin A2 Arduino. Berikut wiring diagram dari Modul Sensor Water Level, dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Wiring Diagram Modul Sensor Water Level

4.2.5 Wiring Diagram Modul Sensor Flow Meter

Pada paper ini digunakan sensor Flow Meter untuk mengetahui ada atau tidaknya aliran dalam pipa, debit air, dan kuantitas air yang telah di pindahkan. Nilai pembacaan akan di koding sebagai high and low lalu akan di proses sebagai salah satu input kontrol *decision tree* untuk mengaktifkan dan menonaktifkan pompa, agar pompa tidak beroperasi dalam keadaan pipa kosong, menghindari kerusakan, Pembacaan nilai water flow dari sensor yakni kabel merah dihubungkan dengan pin 2 pwm Arduino. Berikut wiring diagram dari modul sensor flow meter, dapat dilihat pada Gambar 25.

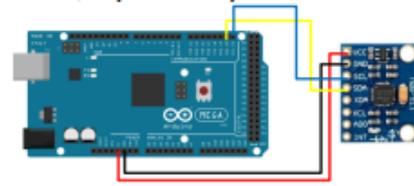


Gambar 25. Wiring diagram Modul LCD I2C

4.2.6 Wiring Diagram Modul Sensor Gyroscope GY-291 ADXL345

Pada paper ini digunakan sensor Gyroscope GY-291 ADXL345 untuk mengetahui ada atau tidaknya gangguan kemiringan kapal jika terjadi kemasukan air dalam palka atau faktor lainnya. Nilai pembacaan akan di-coding lalu akan ditampilkan di LCD selanjutnya disimpan sebagai data rekapitulasi untuk kepentingan dokumen jika dibutuhkan, agar mempermudah dalam proses penyelidikan saat terjadi sesuatu yang janggal, Pembacaan nilai Gyroscope GY-291 ADXL345 dari sensor yakni SDA sensor terhubung dengan SDA Arduino, dan SCL sensor terhubung

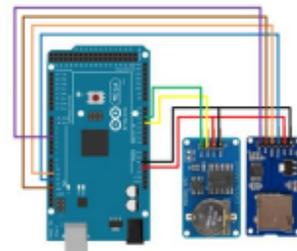
dengan SCL arduino Berikut wiring diagram dari modul sensor flow meter, dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 26. Wiring Diagram Modul Sensor Gyroscope GY-291 ADXL345

4.2.7 Wiring Diagram Modul RTC DFS3231 dan SD card Module

Pada paper ini digunakan Modul RTC DFS3231 dan SD card Module akan digunakan untuk menyimpan semua data dalam sistem Cargo Hold Bilge, Data yang disimpan, agar mempermudah dalam proses penyelidikan saat terjadi sesuatu yang janggal, Penyambungan pin, Modul RTC DFS3231 dan SD card Module arduino adalah sebagai berikut, dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 27. Wiring Diagram Modul RTC DFS3231 dan SD card Module

4.3 Perancangan Software Arduino IDE

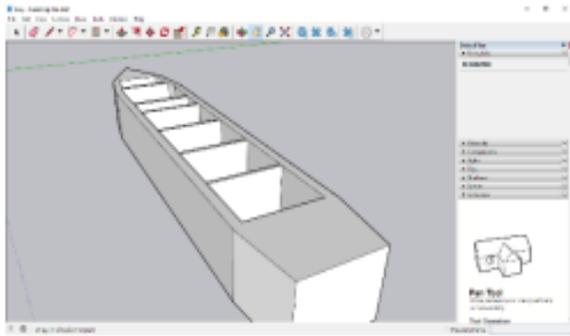
Perancangan software adalah tahap merancang program pada masing-masing software yang digunakan. Pemrograman arduino atmega 2560 dengan aplikasi Arduino IDE, selanjutnya perancangan interface yang menggunakan tampilan dengan LCD indicator, Gambar 4.10 Berikut adalah gambar interface coding software dari penelitian paper ini.



Gambar 28. Perancangan Software Arduino IDE

4.4 Pembuatan Alat

Setelah melakukan perancangan hardware dan mekanik tahap selanjutnya adalah membuat alat tersebut baik dari sistem kontrolnya maupun prototipenya. Dalam pembuatan alat ini mengacu pada prinsip yang ada pada *Cargo Hold* kapal yang dapat diatur dalam paper ini. Pada Gambar 29 dapat dilihat adalah dokumentasi prototipe kapal.



Gambar 29. Pembuatan alat berupa prototipe kapal

4.5 Sinkronisasi *Hardware* dan *Software*

Tahap sinkronisasi adalah tahap menyelaraskan kerja keseluruhan komponen dan memastikan bahwa komunikasi antar satu komponen dengan komponen lain dapat dilakukan dan berjalan dengan lancar.

4.6 Pengujian Sistem

Pengujian sistem adalah tahap yang dilakukan setelah sinkronisasi antara *hardware*, *software*, dan mekanik telah selesai dilakukan. Pengujian bertujuan menguji bahwa prototipe yang dibuat mampu digunakan dengan baik.

4.7 Analisis Data

Setelah dilakukan pengujian alat dilapangan dan alat tersebut berjalan dengan baik, maka pengambilan data dilakukan. Setelah data hasil percobaan didapatkan dilapangan, selanjutnya dilaksanakan analisa data dengan membandingkan data hasil pengukuran dan perhitungan.

4.8 Penulisan Buku *Paper*

Penulisan buku dari paper dilakukan selama pembuatan prototipe. Buku paper ditulis sejak analisa kebutuhan sistem sampai pada tahap penyempurnaan alat.

4.9 Jadwal Penelitian

Penulisan buku dari paper dilakukan selama pembuatan prototipe. Buku akan ditulis sejak analisa kebutuhan sistem sampai pada tahap penyempurnaan sistem alat. penelitian paper ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Perancangan Jadwal Penelitian

| No. | Nama Kegiatan | Bulan 1 | | | | Bulan 2 | | | | Bulan 3 | | | | Bulan 4 | | | | |
|-----|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1. | Identifikasi Masalah | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. | Penyusunan Proposal | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. | Studi Literatur | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. | Analisa Kebutuhan Sistem | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. | Desain dan Perancangan Sistem | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. | Perancangan <i>Hardware</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. | Perancangan <i>Software</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. | Pembuatan Alat | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. | Integrasi <i>Hardware</i> dan <i>Software</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10. | Pengujian Sistem | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11. | Analisa Data | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12. | Penyempurnaan Alat | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13. | Penulisan Buku Tugas Akhir | | | | | | | | | | | | | | | | | |

KESIMPULAN

Tujuan yang ingin dicapai dari penulisan Paper ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem pengendalian dan pemantauan cargo hold bilge adalah dengan cara mengumpulkan data yang kongkret di sesuaikan dengan kebutuhan juga kekuatan supply kapal, lalu dibuat sistem dan coding untuk controller lalu di aplikasikan.
2. Cara kerja Sistem pengendalian dan pemantauan cargo hold bilge adalah menangkap respon dari sensor lalu memberi input kepada controller dan memerintah untuk actuator melakukan tugasnya.
3. Pengaruh metode *Decision tree* terhadap sistem pengendalian dan pemantauan cargo hold bilge adalah memiliki respon yang cukup cepat apabila di bandingkan dengan jika melakukan kontrol secara manual pada sistem cargo hold bilge alarm. Namun arduino mega memiliki clock speed yang lamban.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Tim Jurnal Elektro Polbeng yang telah meluangkan waktu untuk membuat template ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfa, P. T. et al. (2013) 'Prototipe Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor Gas MQ2, Board Arduino Duemilanove, Buzzer, dan Arduino GSM Shield pada', pp. 58–64.
- Andriawan, F. (2018) 'PENJADWAL PAKAN IKAN KOI OTOMATIS PADA KOLAM MENGGUNAKAN RTC DS3231', 12(2).
- ATMAJA, W. A. A. (2019) 'PENANGGULANGAN LUAPAN AIR GOT DALAM RUANG MUAT PADA KAPAL CONTAINER'.
- AZIZI, R. P. D. (2020) 'Analisis Penyebab Dan Penanggulangan Adanya Air Didalam Palka Yang Menyebabkan Kerusakan Muatan Didalam Peti Kemas Pada Mv ...'. Available at: <http://repository.pip-semarang.ac.id/2396/>.
- Angga, Anggara Trisna Nugraha, et al. "Use Of ACS 712ELC-5A Current Sensor on Overloaded Load Installation Safety System."
- Nugraha, Anggara Trisna, et al. "Brake Current Control System Modeling Using Linear Quadratic Regulator (LQR) and Proportional integral derivative (PID)."
- Ruddianto, Ruddianto, et al. "The Experiment Practical Design of Marine Auxiliary Engine Monitoring and Control System."
- Nugraha, Anggara Trisna, Dadang Priyambodo, and Sryang Tera Sarena. "Design A Battery Charger with Arduino Uno-Based for A Wind Energy Power Plant." JPSE (Journal of Physical Science and Engineering) 7.1 (2022): 23-38.
- Realdo, Adam Meredita, Anggara Trisna Nugraha, and Shubhrojit Misra. "Design and Development of Electricity Use Management System of Surabaya State Shipping Polytechnic Based on Decision Tree Algorithm."
- Nugraha, Anggara Trisna, Moch Fadhil Ramadhan, and Muhammad Jafar Shiddiq. "DISTRIBUTED PANEL-BASED FIRE ALARM DESIGN." JEEMECS (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science) 5.1 (2022).
- Rafsanjani, Edo, et al. "A Modified Electrosurgery Unit Based on High Frequency Design with Monopolar and Bipolar Method."
- Nugraha, Anggara Trisna, et al. "Battery Charger Design in a Renewable Energy Portable Power Plant Based on Arduino Uno R3." Proceedings of the 2nd International Conference on Electronics, Biomedical Engineering, and Health Informatics. Springer, Singapore, 2022.
- Aziz, M. Nico Hasnul, Annas Singgih Setiyoko, and Anggara Trisna Nugraha. "Trainer Kit Detector Fire Alarm System pada Kapal."
- Nugraha, Anggara Trisna, and Rachma Prilian Eviningsih. Penerapan Sistem Elektronika Daya: AC Regulator, DC Chopper, dan Inverter. Deepublish, 2022.
- Zaldi, Hikami Fachri, Lilik Subiyanto, and Anggara Trisna Nugraha. "Sistem Monitoring Pengujian Tekanan pada Pipa Air PVC Berbasis Arduino dan IoT."
- Nugraha, Anggara Trisna, et al. Rancang Bangun Ship Alarm Monitoring (SAM) Sebagai Solusi Keamanan Pengoperasian Auxiliary Engine. Deepublish, 2021.
- Rahman, Muh Aditya, Joessianto Eko Poetro, and Anggara Trisna Nugraha. "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Proteksi Motor 1 Phasa terhadap Gangguan Over Voltage dan Under Voltage." Elektriase: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro 11.02 (2021): 59-66.
- Nugraha, Anggara Trisna, and Dadang Priyambodo. "Design of Hybrid Portable Underwater Turbine Hydro and Solar Energy Power Plants: Innovation to Use

- Underwater and Solar Current as Alternative Electricity in Dusun Dongol Sidoarjo." *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics* 3.2 (2021): 93-98.
- Azam, Muh Reza Ihzanul, Annas Singgih Setiyoko, and Anggara Trisna Nugraha. "Rancang Bangun Mini Weather Station dengan Penerapan Panel S Surya sebagai Sumber Energi Berbasis Mikrokontroler." *Elektriase: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro* 11.02 (2021): 67-77.
- Nugraha, Anggara Trisna, and Dadang Priyambodo. "Prototype Design of Carbon Monoxide Box Separator as a Form of Ar-Rum Verse 41 and To Support Sustainable Development Goals Number 13 (Climate Action)." *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics* 3.2 (2021): 99-105.
- Syahnandar, Rahmat Hidayatullah, Nur Rubiati, R. K. (2017) 'IMPLEMENTASI FUZZY LOGIC PENENTUAN KELAYAKAN KARYAWAN MENDAPAT REWARD DITOKO ROTI MENGGUNAKAN METODE TSUKAMOTO', 10(2), pp. 56-65.
- SYAHRUL (2019) 'MOTOR STEPPER: TEKNOLOGI, METODA DAN RANGKAIAN KONTROL', pp. 187-202.
- Yahya, Y. A. (2021) 'Upaya pencegahan muatan basah di dalam container pada km. armada papua'.
- Zami, Z. et al. (2017) 'Analisa valve dan kerusakannya', (111), pp. 70-76.